

京都大学	博 士（理 学）	氏名	李 俊男
論文題目	Redefining sapromyophily: floral traits associated with pollination by non-anthophilous flies (腐食性双翅目媒の再定義：非訪花性双翅目昆虫による送粉に見られる花形質)		
(論文内容の要旨)			
ハエ類などの双翅目昆虫は、高緯度のツンドラから低緯度の熱帯までと地球上の幅広い陸域生態系に分部し、多くの生物種との相互作用が見られる。双翅目昆虫類による送粉システムには大きな種多様性が見られるが、その研究は未だ限られた状態にある。そこで本研究では、「双翅目昆虫の生存が花蜜や花粉に依存しているか否か」によって定義される訪花性に着目し、従来の腐食性双翅目媒を含む「非訪花性双翅目媒」という分類を定義し、その送粉様式の多様性や、送粉様式にともなう花の形質を明らかにすることを目的とした。この研究では、双翅目昆虫によって送粉を特化させ進化してきた、特にクロユリとウマノスズクサ属におけるその独特のシステムを明らかにし、さらに匂い、花蜜、共生一寄生関係や送粉者の分類群の幅について、双翅目媒による送粉システム全体を整理することを試みた。 北海道の低地型クロユリと本州の高山型クロユリの間で、訪花者相および匂いのある花蜜の化学特性を比較した。その結果、低地型と高山型クロユリの間では、花蜜や揮発性化合物の組成に違いが見られた。花蜜に関しては、高山型クロユリはグルコースもフルクトースも検出された。その一方低地型クロユリでは、グルコースが含まれるがフルクトースは検出されず、またそのグルコースの濃度も低かった。揮発性化合物に関しては、高山型クロユリはアセトフェノンが主成分であったが、低地型クロユリでは4種のカルボン酸が含まれていた。低地型クロユリの香りに含まれていたカルボン酸混合物を使用した生物検定の結果、カルボン酸が双翅目昆虫を誘引していることも明らかになった。その結果、少なくとも低地型クロユリでのカルボン酸は双翅目昆虫の誘因物質であることを明確にした。 ウマノスズクサ属では、クロユリとは異なり、双翅目昆虫を誘引する化学物質はテルペノイドやブチルベンゼンを主成分にし、またノミバエ類を多く集めていた。ウマノスズクサの花は、一つの花が日数を経るにつれ、雌から雄に変化していた。そして雌期の花は訪花した昆虫を花の中に閉じ込めてトラップしてしまうが、雄期では訪花した昆虫は花より脱出できていた。このような雌期に訪花した昆虫のトラップは受粉効率を上げていると考えられるが、花に誘因される双翅目昆虫相は、実際に花にトラップされていた昆虫相よりも多様な種群であった。また既存の文献データを含め解析したところ、ウマノスズクサ属の中では、花に誘因される昆虫の種数と実際に花にトラップされる種数の割合は、種によって大きく異なり、そこには高い種多様性があることがわかった。 またウマノスズクサ属の花が昆虫をトラップしたり、逆に解放したりするメカニズムを明らかにするため、花卉の表面の微細構造について、電子顕微鏡を用いて詳しく観察した。その結果、雌期の花卉の内側には密に多くの乳頭状突起が存在し、一方雌期になるとその乳頭状突起は退化、脱落していた。これらの観察より、その乳頭状突起が昆虫の足をすべらせ、彼らを花の中に閉じ込めているという仮説が見出された。			

(続紙 2)

(論文審査の結果の要旨)

そこでさらにこの仮説を検証するため、実験室内にて、異なった時期に採取された花卉とノミバエの脱出との関係を明らかにする実験を行った。その結果、時間を経て花卉内側の乳頭状突起の脱落が進むほど、ノミバエの脱出成功率が増加することが見出された。すなわち花卉内側の表面微細構造の変化が、訪花性昆虫のトラップや脱出を制御する主要なメカニズムであることがわかった。

総合討論として、これらの研究成果と既存の双翅目媒研究に関する文献からのデータを再整理し、双翅目媒の送粉シンドロームを、訪花性と非訪花性および、訪花性昆虫のジェネラリストとスペシャリストの2軸によってその多様な送粉様式が整理されることを提唱した。訪花性双翅目媒では、ハナアブやツリアブのようなジェネラリストによって訪花・送粉される様式と、特定の長い筒状の花に対し、特定の長い口吻を持つツリアブモドキ科の双翅目昆虫によって訪花・送粉される種群とに分けられた。一方、非訪花性双翅目媒では、生存に花蜜や花粉には依存しないが、訪花が普通に観察されるクロバエ科やイエバエ科などによるジェネラリスト性の非訪花性双翅目媒や、従来から提唱されてきた腐食性訪花性双翅目媒から、本研究で対象としたクロユリやウマノスズクサ属を代表とするよりスペシャリスト性のより高い非訪花性双翅目媒まで、連続的に変化していることが認められた。その中で、非訪花性双翅目媒には、クロユリのような相利共生様式では、花香とともに分泌される花蜜、送粉者に産卵場所や繁殖場所を提供するような非花蜜/花粉型報酬が見られた。その一方、非訪花性双翅目媒でも非相利共生様式では、多くの植物では花蜜を分泌しないが、この研究材料であるウマノスズクサ属のように報酬とは見なされないものの花蜜を分泌するものがあることがわかった。すなわち、全てのスペシャリスト性の高い非訪花性双翅目媒が、特殊な送粉者のみを誘因する花香を放出している訳では無いことがわかってきた。

これら一連の研究より、新たに「非訪花性双翅目媒」を認めることによって、従来の腐食性双翅目媒とは厳密に分類されないような、相利共生的な双翅目送粉システムを包含しつつ、ハナアブのような訪花性双翅目を含む送粉システムの全体の構造を表すことに成功した。これらより植物の花と双翅目昆虫との間の相互作用、および共進化に関する理解に新しい道を開いた。このように本研究は、双翅目昆虫による送粉様式に対し新しい発見を行うとともに、双翅目昆虫による送粉様式全体を新しい視点で捉えることにより、昆虫と植物の相互作用系の理解に大きく貢献し、今後の研究の発展が大きく期待された。

よって、本論文は博士(理学)の学位論文として価値あるものと認める。また、令和7年1月29日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。

なお、本論文は、京都大学学位規程第14条第2項に該当するものと判断し、公表に際しては、未発表データを含むため、当該論文の全文に代えてその内容を要約したものとすることを認める。

要旨公表可能日： 年 月 日以降